परियोजनाएँ

परियोजना 1

उद्देश्य

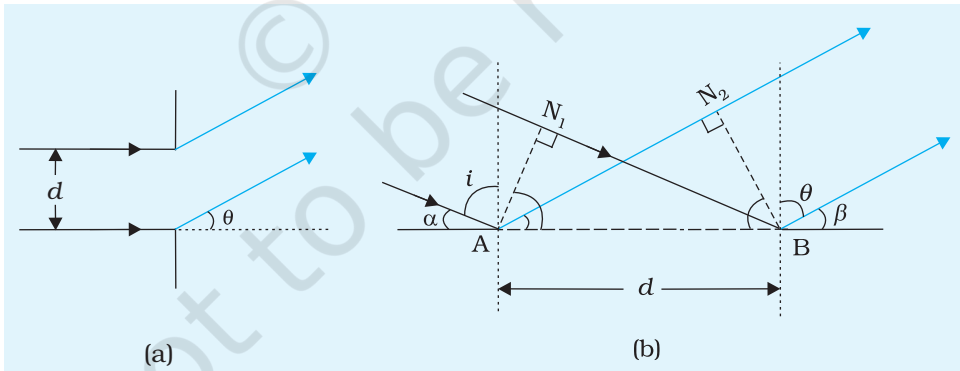
विवर्तन द्वारा लेजर किरण पुंज की तरंगदैर्घ्य ज्ञात करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

एक He-Ne (हीलियम-नियॉन) अथवा अर्धचालक लेजर, मिलीमीटर में अंशांकित स्टील का एक चमकदार स्केल, एक मीटर स्केल, क्लैंप स्टैंड, गत्ते पर मढ़ी ग्राफ़ पेपर की एक शीट।

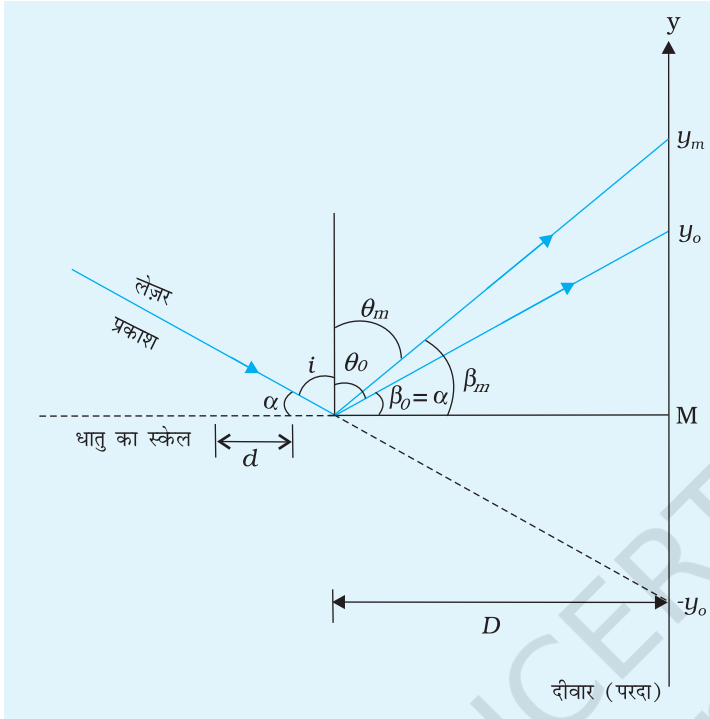
पद तथा परिभाषाएँ

लेज़र (Laser): विकिरणों के उत्प्रेरित उत्सर्जन द्वारा प्रकाश का प्रवर्धन (संक्षिप्त रूप में LASAR)।

विवर्तन: संकरे छिद्रों एवं झिरियों से प्रकाश के बंकन की परिघटना ।

चित्र *P* 1.1 *(a) अभिलंबवत् आपतन (b) तिर्यक आपतन के लिए एकल झिरी विवर्तन*

सिद्धांत

यदि λ तरंगदैर्घ्य के किसी समांतर प्रकाश पुंज को d चौड़ाई की एकल झिरी पर अभिलंबवत् आपतित किया जाए (जैसा चित्र P 1.1(*a*) में दर्शाया गया है), तो विवर्तन पैटर्न का केंद्रीय उच्चिष्ठ $\theta = 0$ पर प्राप्त होगा तथा परवर्ती उच्चिष्ठ उन बिंदुओं पर मिलेंगे जिनके लिए

$$\sin\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{d}, \qquad n \neq 0$$

चित्र P 1.2 प्रायोगिक व्यवस्था का योजना आरेख

अब ऐसी अनेक झिरियों पर विचार कीजिए जो एक दूसरे से उसी तरह समान दूरी पर हैं जैसे एक चमकदार स्टील के स्केल पर अंशाकन किया होता है। इस स्केल पर प्रकाश पुंज भी लगभग 90° का कोण बनाते हुए आपतित हो सकता है।

चित्र P 1.1(b) के संदर्भ में आपतित एवं विवर्तित पुंजों के मध्य पथांतर को इस प्रकार व्यक्त किया जाता है:

$(N_1B - AN_2) = d\,(\sin i - \sin\theta)$

i आपातित किरण एवं अभिलंब के बीच कोण है।

यदि धातु के स्केल पर बने उत्कीर्णनों (engraving) को, λ तरंगदैर्घ्य और $i \leq 90°$ कोण पर आपतित प्रकाश के विवर्तन के लिए उपयोग किया जाए तो θ_m कोण पर विवर्तित m वें क्रम के उच्चिष्ठ के लिए, चित्र P 1.2 में दर्शाए अनुसार

$d(\sin i - \sin\theta_m) = m\lambda$

जहाँ क्रमिक उत्कीर्णनों के बीच अंतरालन d नियत है।

यदि $d = 1$ mm तथा

$$\alpha = \text{आपातित किरण एवं स्केल के बीच कोण} = \frac{\pi}{2} - i$$

$$\text{एवं } \beta_m = \left(\frac{\pi}{2} - \theta_m\right)$$

तब उपरोक्त समीकरण को इस प्रकार लिखा जा सकता है –

$$d\,(\cos\alpha - \cos\beta_m) = m\lambda \qquad \text{(P 1.1)}$$

शून्यक्रम (m = 0) के लिए किरण पुंज विलक्षण रूप से परावर्तित होती है और कोण α, β_0 के बराबर होता है। मान लीजिए स्केल पर आपतित क्षेत्र और पर्दे के बीच की दूरी D है। विवर्तन चित्तियाँ y-अक्ष के अनुदिश बनती हैं और m वीं चित्ति की स्थिति y_m द्वारा निरूपित की जाती है। चित्र P 1.2 से

$$\cos\beta_m = \frac{D}{\sqrt{D^2 + y_m^2}} = \frac{D}{D\sqrt{1 + \left(\frac{y_m}{D}\right)^2}}$$

$$\cos\beta_m = \left[1+\left(\frac{y_m}{D}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= 1 - \frac{1}{2}\frac{y_m^2}{D^2} + \ldots$$

द्विपद प्रसरण करने पर ($\because$ m के सभी मानों के लिए $y_m << D$)

तथा $\cos\alpha = \cos\beta_o = 1 - \frac{1}{2}\frac{y_0^2}{D^2} + \ldots$

$\therefore \cos\alpha - \cos\beta_m \approx \left(y_m^2 - y_0^2\right)/2D^2 = \frac{m\lambda}{d}$ समीकरण (P1.1) से

अत: प्रकाश का तरंगदैर्घ्य है

$$\lambda = d\left(y_m^2 - y_0^2\right)/2\,m\,D^2$$

कार्यविधि

1. धातु के स्केल को एक स्टैंड पर क्षैतिज स्थिति में रखते हुए क्लैंप में कसिए।
2. स्केल की धार के निकट एक लेज़र स्रोत दूसरे स्टैंड में कसिए।
3. दोनों स्टैंडों को एक मेज़ पर इस प्रकार रखिए कि उनके बीच लगभग 20 cm दूरी रहे और स्केल तथा लेजर स्रोत एक ही ऊँचाई पर हों।
4. लेज़र स्रोत के सम्मुख, और स्केल से 3-4 m दूर स्थित दीवार पर एक ग्राफ़ शीट लगाइए।
5. लेज़र को चालू कीजिए और उसको इतना झुकाइए कि लेज़र किरण-पुंज स्केल के खाँचों पर पृष्ठसर्पी कोण पर पड़े और ग्राफ़ पर विवर्तन धब्बे प्रेक्षित हों।

   [ग्राफ़ पेपर पर धब्बे बनाने के लिए स्केल और स्रोत की स्थिति एवं अभिविन्यास को समायोजित करने की आवश्यकता हो सकती है।]
6. इसके पश्चात् लेज़र एवं स्केल कि स्थिति एवं अभिविन्यास अपरिवर्तित रहनी चाहिए।
7. ग्राफ़ पेपर पर विभिन्न विवर्तन धब्बों की स्थिति चिह्नित कीजिए।
8. धातु के स्केल को बीच से हटा दीजिए और लेज़र स्रोत का प्रकाश सीधे ग्राफ़ पेपर पर पड़ने से बने धब्बे को देखिए। इसकी स्थिति को $(-y_0)$ द्वारा अंकित कीजिए।
9. किरण सीधे जहाँ पड़ती है उस स्थिति $(-y_0)$ एवं पहली चित्ति (y_0) का मध्य बिंदु ज्ञात कीजिए और इसे M से चिह्नित कीजिए।
10. अब M से द्वितीय धब्बे (y_1) तक की दूरी ज्ञात कीजिए।
11. द्वितीय एवं तृतीय क्रम के विवर्तन पैटर्न के पाठ्यांक प्राप्त करने के लिए चरण 7-10 दोहराइए।

प्रेक्षण

पहले क्रम के लिए

$d = 1$ mm

$D = \ldots$ m

M से पहले धब्बे तक की दूरी $(y_0) = \ldots y_0$

M से पहले धब्बे तक की दूरी $(y_1) = \ldots y_1$

द्वितीय तथा तृतीय क्रम के प्रेक्षण – प्रथम क्रम के प्रेक्षणों की भाँति।

परिकलन

प्रत्येक सेट के लिए $\left(y_1^2 - y_0^2\right)$ परिकलित कीजिए और $\left(y_1^2 - y_0^2\right)$ का औसत मान ज्ञात कीजिए।

इस मान को सूत्र

$$\lambda = \frac{d(y_1^2 - y_0^2)}{2D^2}$$

में प्रतिस्थापित करके λ का मान ज्ञात कीजिए।

परिणाम

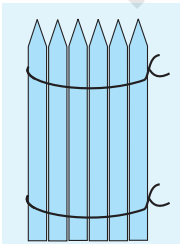
लेज़र किरण पुंज का तरंगदैर्घ्य है =...m

परिचर्चा

1. 1 mm कोटि की चौड़ाई के अवरोध से विवर्तन के लिए दृश्य प्रकाश का पृष्ठसर्पी आपतन क्यों आवश्यक है?

   क्या $i = 45°$ होने पर विवर्तन प्रेक्षित किया जा सकता है?

2. सोडियम क्रिस्टल का जालक (lattic) नियतांक 1Å है। क्या लेज़र प्रकाश का सोडियम क्रिस्टल से विवर्तन किया जा सकता है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

चित्र P 1.3 में दर्शाये अनुसार एक-दूसरे के संपर्क में रखी हुई पेंसिलों के समूह पर उपरोक्त प्रयोग के सिद्धांत का उपयोग करके एक पेंसिल की मोटाई ज्ञात कीजिए।

चित्र P 1.3 *पेंसिलों का एक-दूसरे के संपर्क में रखा हुआ एक समूह।*

परियोजना 2

उद्देश्य

उन कारकों का अध्ययन करना जिन पर किसी विद्युत सेल का आंतरिक प्रतिरोध निर्भर करता है।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

पोटेंशियोमीटर, बैटरी, तीन एक मार्गी कुंजियाँ, निम्न प्रतिरोध का एक धारा नियंत्रक, एक गैलवनोमीटर, एक उच्च प्रतिरोध बॉक्स, आंशिक प्रतिरोध बॉक्स, ऐमीटर, वोल्टमीटर, वोल्टीय सेल, विभिन्न सांद्रताओं के विद्युत अपघट्य, एक संस्पर्शक कुंजी (जॉकी), संयोजी तार एवं रेगमाल।

पद तथा परिभाषाएँ

1. *आंतरिक प्रतिरोध*: किसी सेल से प्रवाहित हो रही धारा पर विद्युत अपघट्य द्वारा लगाया प्रतिरोध।
2. *विद्युत वाहक बल (E)*: खुले परिपथ में, अर्थात् जब सेल से कोई धारा न ली जा रही हो, तब इसके सिरों के बीच विभवांतर।

सिद्धांत

पोटेंशियोमीटर का सिद्धांत: नियत धारा प्रवाहित हो रही एक समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल के तार की किसी लंबाई के सिरों के बीच विभवांतर तार की लंबाई के आनुपातिक होता है।

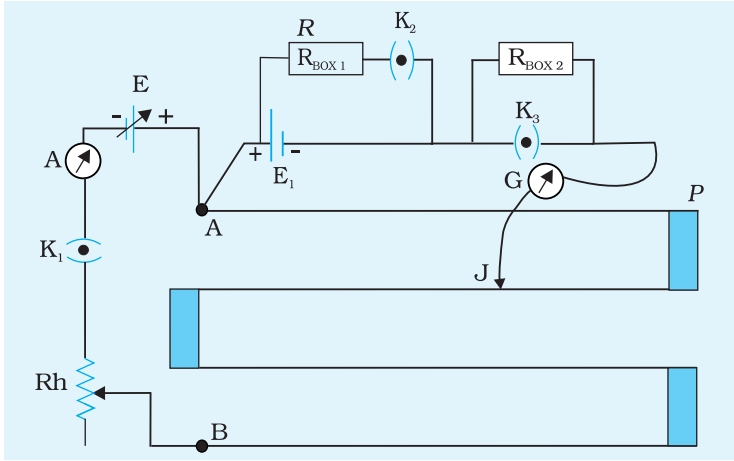
किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है:

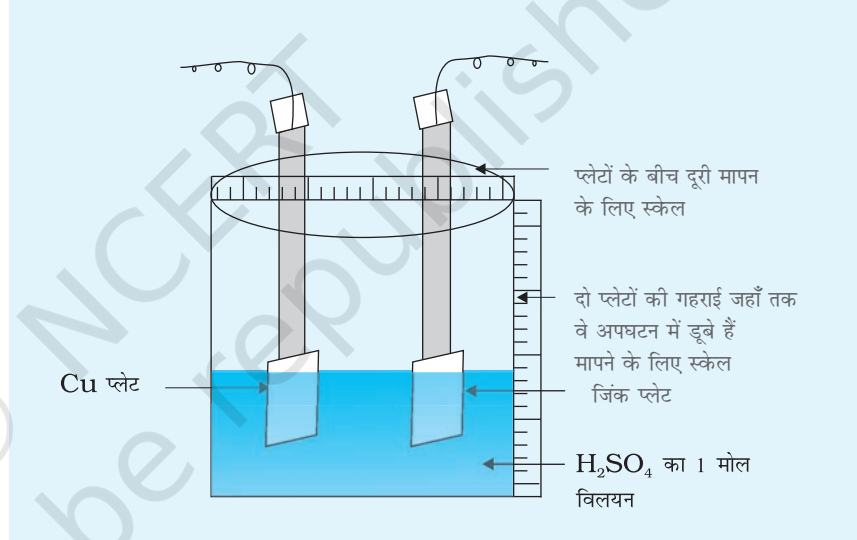
(i) प्लेटों (इलेक्ट्रोडों) के बीच की दूरी

(ii) इलेक्ट्रोडों का विद्युत अपघट्य में डूबा उभयनिष्ठ क्षेत्रफल

(iii) विद्युत-अपघट्य की सांद्रता

कार्यविधि

1. दी गयी सांद्रता के विद्युत अपघट्य को लेकर एक सेल बनाइए (चित्र P 2.2)।

चित्र P 2.1 पोटेंशियोमीटर द्वारा किसी प्राथमिक सेल के आंतरिक प्रतिरोध की माप के लिए परिपथ

चित्र P 2.2 प्रदत्त सांद्रता के विद्युत अपघट्य के साथ एक वोल्टीय सेल

2. ऐसे परिपथ की व्यवस्था कीजिए जैसा सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात करने के लिए बनाया गया था (चित्र P 2.1) (प्रयोग E 5 देखिए)।

3. दिये गये सेल का आंतरिक प्रतिरोध प्रयोग E 5 में वर्णित विधि के अनुसार ज्ञात कीजिए।

प्रेक्षण तथा परिकलन

I. प्लेटों के बीच पृथकन का प्रभाव

सेल के विद्युत अपघट्य को अपरिवर्तित रखते हुए सेल की प्लेटों के बीच दूरी (पृथकन) परिवर्तित कीजिए और इसका आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। इस प्रक्रिया में अपघट्य में डूबा दोनों प्लेटों का उभयनिष्ठ क्षेत्रफल भी नहीं बदलना चाहिए। सारणी P 2.1 में दर्शाए अनुसार प्रेक्षण अंकित कीजिए।

तालिका P 2.1: प्लेटों के बीच पृथकन का सेल के आंतरिक प्रतिरोध का प्रभाव

क्रम संख्या	प्लेटों के बीच पृथकन (सेमी)	R (Ω)	संतुलन लंबाई (सेमी)		आंतरिक प्रतिरोध $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			खुला परिपथ (जब K_2 एवं K_3 में प्लग नहीं लगा है)	बंद परिपथ (जब K_2 एवं K_3 में प्लग लगा है)	
			लंबाई l_0 (सेमी)	लंबाई l (सेमी)	
1					
2					
3					

II. प्लेटों के विद्युत अपघट्य में डूबे उभयनिष्ठ क्षेत्रफल का प्रभाव

दोनों प्लेटों की उस गहराई को परिवर्तित कर जहाँ तक वे विद्युत अपघट्य में डूबी हैं अथवा सेल में अपघट्य का तल बदल कर सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। अपने प्रेक्षणों को तालिका P 2.2 के अनुसार अंकित कीजिए।

प्लेट की चौड़ाई : ... cm.

तालिका P 2.2: प्लेटों के विद्युत-अपघट्य में डूबे उभयनिष्ठ क्षेत्रफल का आंतरिक प्रतिरोध पर प्रभाव

क्रम संख्या	विद्युत-अपघट्य में डूबी प्लेट की लंबाई (सेमी)	R (Ω)	संतुलन लंबाई (सेमी)		आंतरिक प्रतिरोध $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			खुला परिपथ (जब K_2 एवं K_3 में प्लग नहीं लगा है)	बंद परिपथ (जब K_2 एवं K_3 में प्लग लगा है)	
			लंबाई l_0 (सेमी)	लंबाई l (सेमी)	
1					
2					
3					

III. विद्युत अपघट्य की सांद्रता का प्रभाव

सेल में प्लेटों के बीच की दूरी नियत रखकर इनके समान क्षेत्रफल विद्युत अपघट्य में डुबो दीजिए। दिये गये सांद्रता के विद्युत-अपघट्य को लेकर सेल का आंतरिक प्रतिरोध ज्ञात कीजिए। इस प्रयोग को विद्युत-अपघट्य की सांद्रता बदलकर दोहराइए। परंतु ध्यान रहे हर बार सेल में विद्युत-अपघट्य उसी ऊँचाई तक भरा होना चाहिए। तालिका P 2.3 के अनुसार अपने प्रेक्षण अंकित कीजिए।

तालिका P 2.3: विद्युत-अपघट्य की सांद्रता का आंतरिक प्रतिरोध पर प्रभाव

क्रम संख्या	विद्युत-अपघट्य की सांद्रता (मोल में)	R (Ω)	संतुलन लंबाई (सेमी)		आंतरिक प्रतिरोध $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			खुला परिपथ (जब K_2 एवं K_3 कुंजियाँ खुली हैं)	खुला परिपथ (जब K_2 एवं K_3 कुंजियाँ खुली हैं)	
			लंबाई l_0 (सेमी)	लंबाई l (सेमी)	
1					
2					
3					

परिणाम

1. किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध प्लेटों के बीच पृथकन बढ़ाने पर बढ़ता है।
2. किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध प्लेटों के विद्युत अपघट्य में डूबे उभयनिष्ठ क्षेत्रफल को घटाने पर बढ़ता है।
3. किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध विद्युत-अपघट्य की सांद्रता घटाने पर बढ़ता है।

सावधानियाँ

1. यह सुनिश्चित कीजिए कि बैटरी E का emf सेल E_1 के emf से अधिक है।
2. दोनों सेलों E तथा E_1 के धनात्मक टर्मिनल पोटेंशियोमीटर के टर्मिनल A से जुड़े होने चाहिए।
3. परिपथ में लंबे समय तक सतत् धारा प्रवाहित नहीं की जानी चाहिए, ताकि तारों के गर्म

होने से प्रतिरोध में होने वाली वृद्धि से बचा जा सके।

4. तार की लंबाई सदैव उसके पोटेंशियोमीटर के टर्मिनल A से मापी जानी चाहिए जहाँ सभी धनात्मक टर्मिनल जुड़े होते हैं।

5. संस्पर्शक कुंजी (जॉकी) को तार पर अधिक कसकर नहीं दबाना चाहिए अन्यथा तार का व्यास एक समान नहीं रहेगा। संस्पर्शक कुंजी को तार पर खिसकाते समय भी नहीं दबाइये।

त्रुटियों के स्रोत

1. पोटेंशियोमीटर के तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल समस्त लंबाई में एक समान नहीं भी हो सकता है।

2. संभव है कि मुख्य परिपथ में लगी सहायक बैटरी, जिसके कारण पोटेंशियोमीटर पर विभवपात होता है, का emf प्रयोग के दौरान परिवर्तित हो जाए।

3. पोटेंशियोमीटर के तार के अंत्य प्रतिरोधों को परिकलनों में सम्मिलित नहीं किया गया है।

4. धारा के कारण पोटेंशियोमीटर के तार के गर्म होने से भी कुछ त्रुटि उत्पन्न हो सकती है।

परिचर्चा

1. सेल का आंतरिक प्रतिरोध ताप पर भी निर्भर करता है। अतः विद्युत अपघट्य का ताप पूरे प्रयोग के दौरान अपरिवर्तित रहना चाहिए।

2. गैलवनोमीटर को धारा-आधिक्य के कारण पहुँचने वाली क्षति से बचाने के लिए लगभग संतुलन बिंदु प्राप्त करने से पहले तक इसके श्रेणीक्रम में एक उच्च प्रतिरोध लगा देना चाहिए। ऐसा करने से संतुलन बिंदु पर किसी भी प्रकार से कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। तथापि, संतुलन बिंदु की यथार्थ स्थिति प्राप्त करने से ठीक पहले इस प्रतिरोध को हटा देना चाहिए। यही उद्देश्य गैलवनोमीटर के सिरों के बीच एक शंट लगाकर भी प्राप्त किया जा सकता है।

3. आंतरिक प्रतिरोध सेल से ली गयी धारा पर भी निर्भर करता है, अतः सेल से ली गयी धारा के मान में बहुत अधिक परिवर्तन नहीं होना चाहिए।

4. किसी चालक का प्रतिरोध लंबाई बढ़ाने से बढ़ता है। इसी प्रकार, सेल का आंतरिक प्रतिरोध प्लेटों के बीच की दूरी बढ़ाने से बढ़ता है।

5. किसी चालक का प्रतिरोध उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता है। इसी प्रकार किसी सेल का आंतरिक प्रतिरोध प्लेटों के प्रभावी क्षेत्रफल के कम होने से बढ़ता है।

24/04/2018

6. किसी विद्युत अपघट्य की चालकता उसकी वियोजन की मात्रा पर निर्भर करती है।

स्व-मूल्यांकन

1. यदि गैलवनोमीटर में एक ही दिशा में विक्षेप प्राप्त होता है, तो इससे आप क्या निष्कर्ष निकालेंगे?
2. क्या सेल के टर्मिनलों के बीच लगे बाह्य प्रतिरोध R को बृहत परिसर में परिवर्तित किया जा सकता है?
3. पोटेंशियोमीटर की सुग्राहिता में कैसे वृद्धि की जा सकती है ?
4. आपको दो सेल A एवं B दिये गये हैं। सेल A तो ताजा तैयार किया गया है और सेल B कुछ समय से उपयोग में था। इनमें किसका आंतरिक प्रतिरोध कम है?

परियोजना 3

उद्देश्य

किसी टाइम स्विच की रचना करना और उन विभिन्न कारकों का अध्ययन करना जिन पर इसका कालांक निर्भर करता है।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

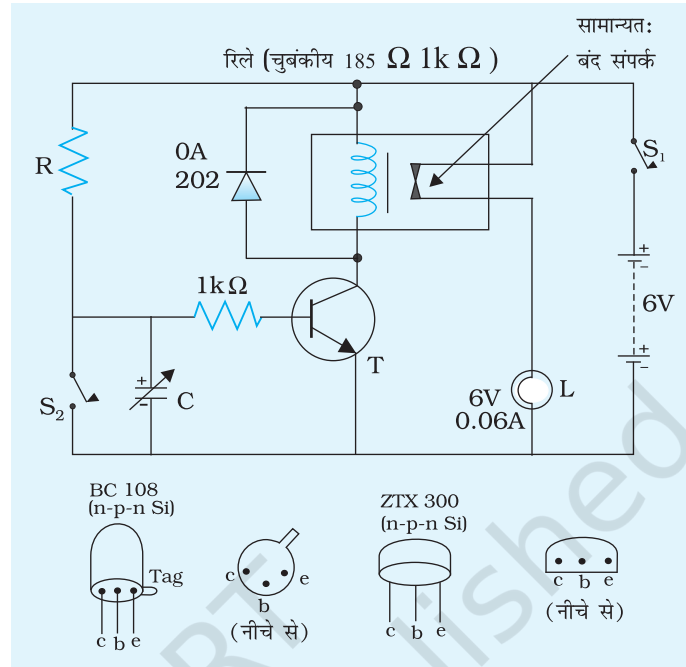
एक बैटरी (6V), एक बल्ब (6V, 0.06A), एक रिले (चुंबकीय-185 Ω), ट्रांजिस्टर (n-p-n BC 108), दो स्विच S_1 एवं S_2, प्रतिरोधक प्रत्येक ½ W का (5kΩ, 10kΩ, 15kΩ) विद्युत-अपघटनी प्रकार के तीन संधारित्र (500μF, 1000μF, एवं 2000μF), संयोजी तार तथा एक विराम घड़ी।

सिद्धांत

जब C धारिता के एक संधारित्र को किसी प्रतिरोध R से होकर आने वाली धारा के द्वारा आवेशित किया जाता है तो किसी क्षण विशेष t पर इसके द्वारा प्राप्त आवेश $q(t) = q_0 [1\text{-}e^{-t/\tau}]$, जहाँ, $\tau = RC$ परिपथ का कालांक है।

किसी परिपथ का कालांक वह समय है जिसमें आवेशन (चार्जिंग) की अवधि में संधारित्र अधिकतम ग्राह्य आवेश का 63.7% ग्रहण कर लेता है।

कार्यविधि

1. परिपथ के सभी अवयवों को व्यवस्थित करके और चित्र P 3.1 में दर्शाए अनुसार परिपथ बनाइए।
2. स्विच S_1 को बंद करके विराम घड़ी चालू कीजिए। लैंप L दीप्त हो जाता है और संधारित्र C, प्रतिरोधक R के द्वारा आवेशित होना आरंभ कर देता है।
3. कुछ समय के पश्चात् संधारित्र के सिरों के बीच किसी देहली मान से अधिक वोल्टता स्थापित होने लगेगी जिससे ट्रांजिस्टर T में एक आधार धारा प्रवाहित होने लगेगी और इसलिए संग्राहक धारा भी प्रवाहित होगी। इससे रिले का संपर्क भंग हो जाएगा और लैंप बुझ जाएगा। जैसे ही लैंप बुझे विराम घड़ी बंद कर दीजिए। काल-अंतराल नोट कीजिए और इसकी तुलना गुणनफल RC से कीजिए।

चित्र ***P 3.1*** *एक टाइम स्विच का परिपथ*

4. R का मान नियत (माना $R = 5$ kΩ) रखते हुए C के तीन मानों उदाहरणार्थ 500μf, 1000μf, एवं 2000μf के लिए प्रयोग दोहराइए और प्रत्येक प्रकरण में काल-अंतराल नोट कीजिए। प्रतिरोध R को 10kΩ एवं 15kΩ पर रखकर प्रयोग दोहराइए और प्रेक्षणों को तालिका P 3.1 में अंकित कीजिए।

5. C का मान नियत (माना 500μf) रखते हुए R के तीन भिन्न मानों, 5kΩ, 10kΩ, एवं 15kΩ, के लिए लैंप के जलने और बुझने के बीच का काल-अंतराल रिकॉर्ड कीजिए। यही प्रक्रिया 1000μf एवं 2000μf के संधारित्रों के साथ दोहराइए। अपने प्रेक्षणों को तालिका P 3.2 के अनुसार अंकित कीजिए।

प्रेक्षण एवं परिकलन

विराम घड़ी का अल्पतमांक =...s

तालिका P 3.1: *R* नियत रखने पर काल-अंतराल का मापन

क्रम संख्या	R_1 = 5 kΩ		गुणनफल	R_2 = 10 kΩ		गुणनफल	R_3 = 15 kΩ		गुणनफल
	C का मान (μF)	काल अंतराल (s)	RC (s)	C का मान (μF)	काल अंतराल (s)	RC (s)	C का मान (μF)	काल अंतराल (s)	RC (s)
1									
2									
3									

24/04/2018

तालिका P 3.2: *C* नियत रखने पर समय अंतराल का मापन

क्रम संख्या	$C_1 = 500\ \mu F$		गुणनफल	$C_2 = 1000\ \mu F$		गुणनफल	$C_3 = 2000\ \mu F$		गुणनफल
	R का मान (kΩ)	काल अंतराल (s)	*RC* (s)	R का मान (kΩ)	काल अंतराल (s)	*RC* (s)	R का मान (kΩ)	काल अंतराल (s)	*RC* (s)
1									
2									
3									

परिणाम

काल प्रचालित स्विच तैयार है जिसका कालांक गुणनफल *RC* द्वारा निर्धारित होता है।

सावधानियाँ

विद्युत परिपथ तथा इसमें संयोजित सभी अवयवों की ध्यानपूर्वक जाँच कीजिए। सोल्डर करते समय विशेष ध्यान रखें कि शुष्क सोल्डरिंग न हो जाए।

स्व-मूल्यांकन

यदि दिये गये परिपथ में n-p-n ट्रांजिस्टर के स्थान पर p-n-p ट्रांजिस्टर दिया गया है, तो आप परिपथ को किस प्रकार परिवर्तित करेंगे?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

पूर्ण तरंग दिष्टकारी से प्राप्त स्पंदनमान dc को मसृणीकृत करने के लिए लोड के पार्श्वक्रम में किसी संधारित्र को संयोजित किया जा सकता है। संधारित्र फिल्टर के इस मसृणीकरण व्यवहार को संधारित्र के आवेशन और निरावेशन (चार्जिंग और डिस्चार्जिंग) से संबंधित कीजिए। यह चर्चा भी कीजिए कि अधिक धारिता का संधारित्र उपयोग करने से क्या उसका यह मसृणीकरण व्यवहार सुधरेगा?

परियोजना 4

उद्देश्य

फ़ोटो-ट्रांजिस्टर के उपयोग द्वारा विभिन्न स्रोतों से उत्सर्जित अवरक्त विकिरणों का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

एक फ़ोटो-ट्रांजिस्टर, मिलीऐमीटर, (0 – 30mA), 6 V की दो बैटरियाँ, अवरक्त प्रकाश स्रोत (जैसे IR LED), तापदीप्त लैंप (40 W, 60 W, 100 W), परिवर्ती प्रतिरोध, प्रतिरोधक (1kΩ 5 kΩ), कुंजी, संयोजन तार।

उपकरणों/युक्तियों का विवरण

फ़ोटो-ट्रांजिस्टर: ऐसी प्रकाश संसूचक युक्ति है जिसके आधार क्षेत्र पर प्रकाश डालने से संग्राहक पर धारा प्राप्त होती है।

एक टंग्स्टेन तापदीप्त लैंप (घरेलू प्रकाश बल्ब) भी दृश्य एवं *अवरक्त विकिरणों* दोनों का स्रोत होता है।

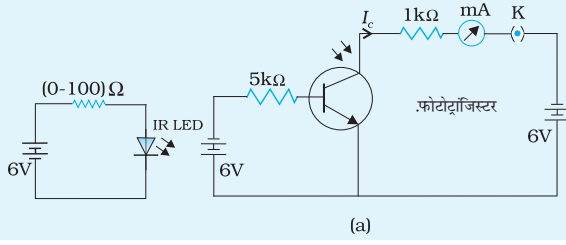
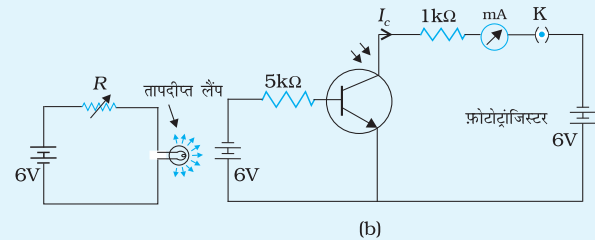
पद तथा परिभाषाएँ

10^{11} Hz से 10^{14} Hz आवृत्ति परिसर के विद्युत चुंबकीय विकिरण अवरक्त विकिरण कहलाते हैं क्योंकि इनका तरंग-दैर्घ्य लाल दृश्य प्रकाश से अधिक होता है।

सिद्धांत

संग्राहक परिपथ में धारा का परिमाण आधार क्षेत्र पर आपतित विकिरणों की तीव्रता पर निर्भर करता है।

कार्यविधि

चूँकि फोटो संसूचक एक सुग्राही युक्ति है, स्रोत और संसूचक को बंद बक्सों में रखिए जिससे अवांछित विकिरण (दृश्य/अवरक्त) पूर्णतः व्यवच्छेदित (कट-ऑफ) हो जाये। इसके

चित्र P 4.1 (a) *फ़ोटो-ट्रांजिस्टर का उपयोग करके IR LED से उत्सर्जित IR विकिरणों के मापन के लिए*

चित्र P 4.1 (b). *फ़ोटो-ट्रांजिस्टर का उपयोग करके तापदीप्त लैंप से उत्सर्जित IR विकिरणों के मापन के लिए परिपथ*

अतिरिक्त, आपको स्रोत एवं संसूचक का सापेक्षिक विन्यास परिवर्तित किये बिना इनके बीच का पृथकन परिवर्तन कर सकने तथा पृथकन को मापने में भी सुविधा होनी चाहिए। परिवर्तित इन युक्तियों के संपूर्ण समुच्चय को चित्र P4.1 में दर्शाया गया है।

पहले IR LED/तापदीप्त लैंप को संसूचक के समीप रखकर, IR संसूचक में अधिकतम धारा प्राप्त कीजिए। स्रोत एवं संसूचक के बीच की दूरी मापिए। ऐमीटर का पाठ्यांक नोट कर लीजिए। अब नियत चरणों में इस दूरी में वृद्धि कीजिए और ऐमीटर के संगत पाठ्यांक भी नोट कर अपने प्रेक्षण तालिका के रूप में अंकित कीजिए।

अपनी प्रेक्षणों को विभिन्न स्रोतों (तापदीप्त लैंपों) के लिए दोहराइए

प्रेक्षण

मिलीऐमीटर का परिसर = ...mA

मिलीऐमीटर का अल्पतमांक = ...mA

मिलीऐमीटर का आरंभिक पाठ्यांक = ...mA

तालिका P 4.1: विभिन्न स्रोतों के लिए संसूचक धारा

क्रम संख्या	स्रोत	निवेशी शक्ति	स्रोत के सापेक्ष संसूचक की स्थिति x (सेमी)	संसूचक धारा I (mA)
1	IR LED	अल्प	(i) ... (iv)	
2	बल्ब	40 W	(i) ... (iv)	
3	बल्ब	60 W	(i) ... (iv)	
4	बल्ब	100 W	(i) ... (iv)	

परिणाम

1. स्रोत के सापेक्ष संसूचक की दूरी में वृद्धि करने पर संसूचक धारा परिवर्तित हो जाती है।
2. समान दूरियों के लिए विभिन्न स्रोतों के लिए संसूचक धारा भिन्न होती है।

सावधानियाँ

1. सभी संयोजन स्वच्छ और कसे होने चाहिए।
2. स्रोत एवं संसूचक को बक्सों में इस प्रकार बंद किया जाना चाहिए कि अवांछित विकिरण व्यवच्छेदित हो जाए।

त्रुटि के स्रोत

1. हो सकता है अवांछित विकिरण पूर्णतः व्यवच्छेदित नहीं हो।
2. मिलिऐमीटर के अल्पतमांक के कारण त्रुटि हो सकती है।

परिचर्चा

1. चित्र P 4.1 में दर्शाए गए परिपथ में IR LED में धारा परिवर्तित करने का प्रावधान है। आपके विचार से क्या इससे उत्सर्जित विकिरणों की तीव्रता या इनकी आवृत्ति या फिर दोनों प्रभावित होंगे? IR LED के स्थान पर इसी प्रायोगिक व्यवस्था द्वारा लाल, पीली तथा हरी LED का उपयोग करके प्रयोग करने का प्रयास कीजिए।
2. जिस पदार्थ से संसूचक बना है वह अवरक्त विकिरणों के प्रति सुग्राही है। आपके विचार से इसके कार्य फलन का क्या मान होगा?
3. यदि इसी संसूचक के साथ इस प्रयोग को आप किसी माइक्रोवेव स्रोत के साथ दोहराएं तो क्या संसूचक धारा प्राप्त होगी?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

1. विभिन्न रंग के फिल्टरों के उपयोग करके, उपरोक्त व्यवस्था द्वारा हम संसूचक धारा पर प्रकाश स्रोत की आवृत्ति के प्रभाव का अध्ययन कर सकते हैं। हम लाल, नारंगी, पीले, हरे, नीले फिल्टरों का उपयोग करके यह दर्शा सकते हैं कि किस प्रकार कोई संसूचक लाल एवं नारंगी रंग के लिए धारा प्रदान नहीं करता परंतु हरे और नीले फिल्टरों के लिए धारा प्रदान करता है।
2. प्रेक्षणों के प्रत्येक समुच्चय के लिए संसूचक की स्थिति (x) एवं संसूचक धारा (I) के बीच ग्राफ आलेखित कीजिए।

परियोजना 5

उद्देश्य

उपयुक्त लॉजिक गेटों के संयोजन द्वारा एक स्वचालित यातायात सिग्नल प्रणाली डिज़ाइन करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

LED (लाल, पीला, हरे रंग के)– प्रत्येक रंग के चार, एक IC 555 टाइमर, एक IC 7490: दो NOT गेट (अथवा एक IC 7400) चार NAND गेट (अथवा एक IC 7400): संधारित्र 0.01 μF, 10μF धारिता (16V); प्रतिरोधक 5.6 k Ω, 150 k Ω (प्रत्येक 1W); चार प्रतिरोधक 220 k Ω (प्रत्येक 1W); दो प्रतिरोधक 47 k Ω (प्रत्येक 1W); बैटरी, स्विच।

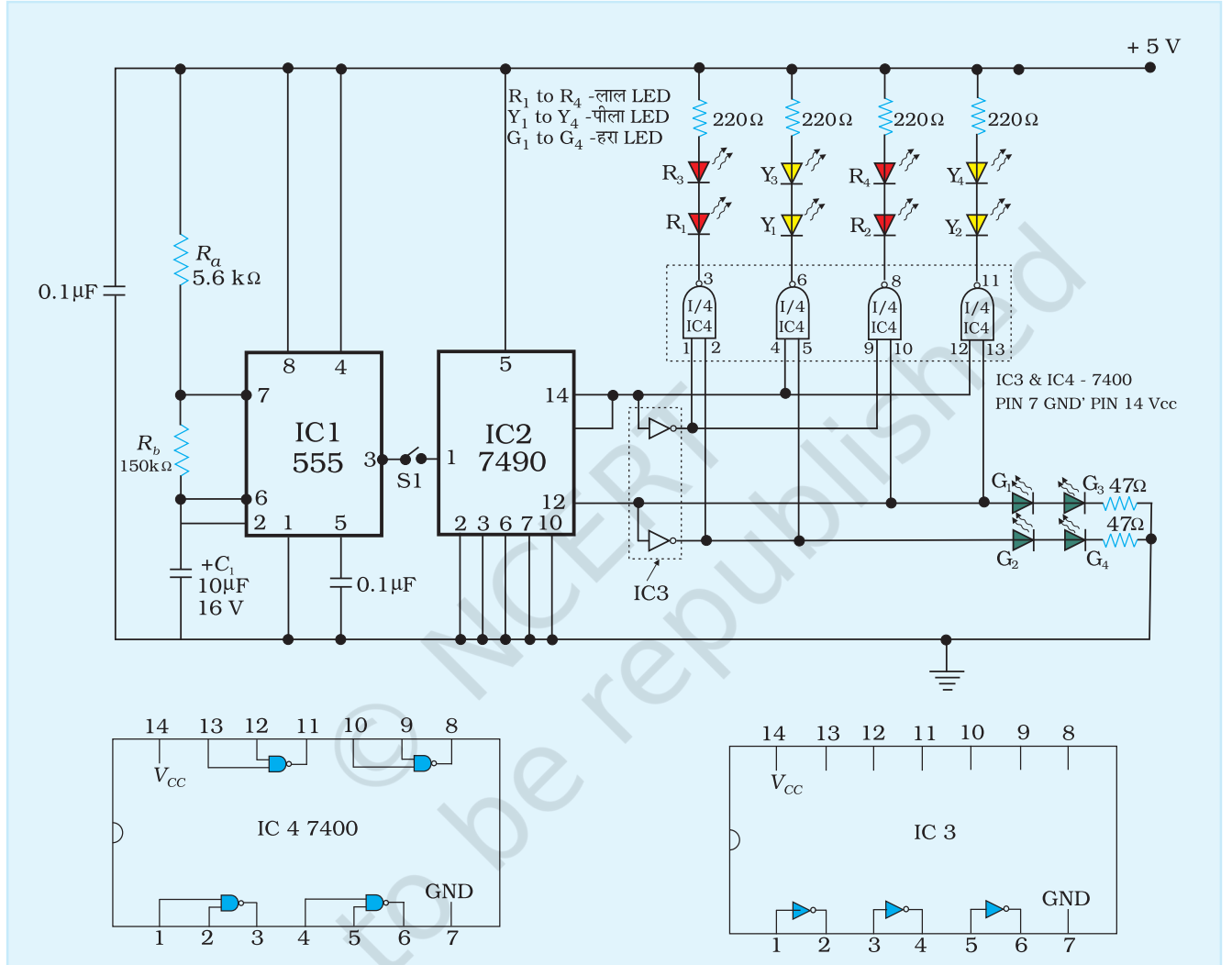
सिद्धांत

एकीकृत परिपथ (IC) एक अत्यंन्त छोटे आकार का इलेक्ट्रॉनिक परिपथ होता है जिसमें इलेक्ट्रॉनिक घटकों एवं युक्तियों का एक पूरा तंत्र समाहित होता है। एक चिप पर लगे अवयवों की संख्या के अनुसार एकीकृत परिपथ को विभिन्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है। 555 टाइमर, IC 7400 आदि मध्य स्तर एकीकृत परिपथों (MSI) के उदाहरण हैं। उपयुक्त एकीकृत परिपथों का उपयोग करके किसी भी लॉजिक गेट का प्रचालन प्राप्त किया जा सकता है।

यातायात प्रकाश प्रणाली की मूलभूत व्यवस्था, जो किसी भी आम चौराहे पर उपयोग की जाती है, चित्र P 5.1 में दर्शायी गयी है।

चित्र P 5.1 मूलभूत यातायात नियंत्रक प्रणाली का व्यवस्था आरेख

किसी भी यातायात प्रकाश प्रणाली में लाल, पीली एवं हरी बत्तियों का उपयोग होता है। इन दिनों इस कार्य के लिए LEDs का उपयोग किया जाता है (जो यहाँ R_1, Y_1, G_1; R_2, Y_2, G_2; R_3, Y_3, G_3 एवं R_4, Y_4, G_4 से दर्शायी गयी हैं।) यातायात प्रकाश प्रणाली में

चौराहे के विपरीत सिरों पर लगे समान रंग के प्रकाश स्रोत एक साथ जलते या बुझते हैं। अतः LED के युगल R_1, एवं R_3; R_2 एवं R_4; Y_1 एवं Y_3; Y_2 एवं Y_4; G_1 एवं G_3 और G_2 एवं G_4 श्रेणी क्रम में जुड़े हैं। यह व्यवस्था चित्र P 5.2 दर्शायी गयी है।

चित्र P 5.2 *स्वचालित यातायात प्रकाश प्रणाली के मूलभूत परिपथ का परिपथ आरेख*

IC 7490 एक दशी गणक है। जैसा कि नाम से प्रकट होता है, यह प्रति 10 निवेशी स्पंदों के लिए एक निर्गत स्पंद उत्पन्न करता है।

IC 555 अत्यंत स्थाई काल समायोजक परिपथ है जो सटीक समय विलंबन या दोलन उत्पन्न करने की क्षमता रखता है। इसका दोलन काल एक बाह्य प्रतिरोधक-संधारित्र संयोजन द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इसमें टाइमर को पुनः समंजित करने और प्रवर्तित करने की व्यवस्था भी होती है।

इस यातायात प्रकाश प्रणाली में यदि लाल प्रकाश 8 सेकंड (या काल के मात्रक की 8 इकाई) के लिए, पीला प्रकाश 2 सेकेंड के लिए और हरा प्रकाश 10 सेकेंड के लिए खुलता है तो लाल, पीले ओर हरे प्रकाश के खुले रहने के समय-अंतराल का अनुपात 4:1:5 है। IC 555 एक टाइमर एकीकृत परिपथ की तरह कार्य करता है जिसकी कार्यविधि एक प्रतिरोधक से श्रेणीक्रम में जुड़े संधारित्र के आवेशन और निरावेशन के सिद्धांत पर आधारित होती है और जो नियमित समय अंतराल के पश्चात् उच्च और निम्न निर्गम प्रदान करता है। वर्तमान स्थिति में, यह एक वर्गाकार तरंग निर्गम प्रदान करने के लिए उपयोग किया गया है जिसका दोलन काल प्रतिरोधकों R_a एवं R_b तथा संधारित्र C_1 के उपयुक्त मानों का उपयोग करके बदला जा सकता है। इस टाइमर के दोलन काल का व्यंजक है

$$T = 0.693\,(R_a + R_b)\,C_1 \sim 0.693\,R_a\,C_1 \text{ क्योंकि } R_a >> R_b$$

IC 7490 एक दशी गणक का कार्य निष्पादित करता है।

कार्यविधि

1. चित्र P 5.1 में दर्शायी गयी परिपथ व्यवस्था के अनुसार अवयवों को जोड़िए।
2. एक प्लाईवुड बोर्ड का टुकड़ा लीजिए और इस पर काले रंग (सड़क के रंग) से एक पेंट कीजिए।
3. LED R_1, Y_1, G_1; R_2, Y_2, G_2; R_3, Y_3, G_3; R_4, Y_4, G_4 को चार अलग-अलग पट्टियों पर लगाइए और इन चारों पट्टियों को चौराहे के उपयुक्त चार पार्श्वों में लगाइए।
4. परिपथ संयोजन की दो बार जाँच कीजिए और फिर यातायात प्रकाश प्रणाली को चालू करने के लिए स्विच S_1 को बंद कीजिए।

परिणाम

तालिका P 5.1 : समय के विभिन्न काउंट (1:ऑन, 0: ऑफ) पर प्रकाश ऑन रखने के लिए आवश्यकताएँ

समय की इकाई (s)	R_1, R_3	Y_1, Y_3	G_1, G_3	R_2, R_4	Y_2, Y_4	G_2, G_4
0 to 3	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1
5 to 8	0	0	1	1	0	0
9	0	0	1	0	1	0

स्विच S_1 को बंद करने पर यातायात प्रकाश प्रणाली प्रदर्शन के लिए कार्य करना आरंभ कर देता है।

सावधानियाँ

1. अवयवों को परिपथ में जोड़ते समय जब सोल्डरिंग करें तो विशेष सावधानी रखें कि शुष्क सोल्डरिंग न हो जाये।
2. IC को सीधे सोल्डर करने से इसे क्षति पहुँच सकती है। अतः IC आधार का उपयोग करें।

स्व-मूल्यांकन

1. केवल कुछ LED और एक विलंबन परिपथ का उपयोग कर यातायात सिग्नल प्रणाली का परिपथ डिजाइन कीजिए।
2. NAND गेट का उपयोग करके मूलभूत गेट (OR, AND, NOT) बनाइए।

परियोजना 6

उद्देश्य

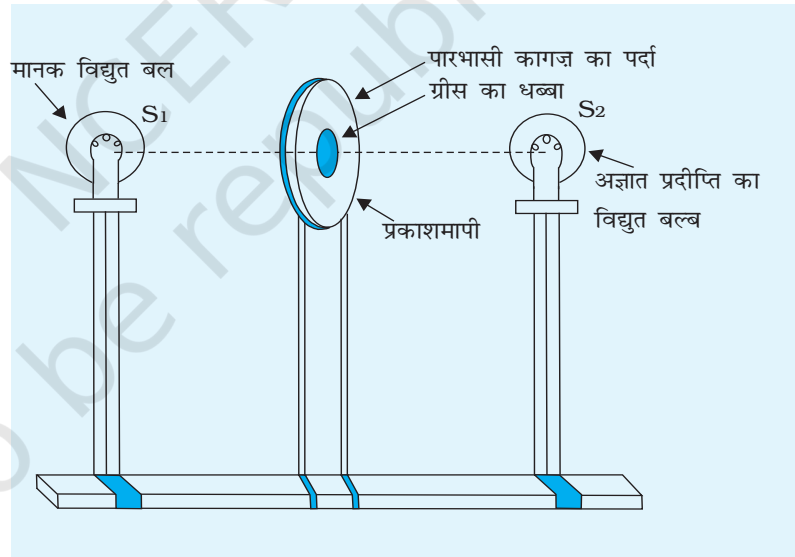
विभिन्न शक्तियों और विभिन्न मार्के (विभिन्न निर्माता द्वारा बनाये) के विद्युत बल्बों की दीप्ति का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

प्रकाशीय बेंच जिस पर उपयुक्त स्टैंड लगे हों, बुंसन का ग्रीस के धब्बे युक्त प्रकाशमापी, विभिन्न शक्ति और मार्के के बल्ब, एक मानक लैंप।

उपकरण का विवरण

ग्रीस के धब्बे युक्त प्रकाशमापी का वर्णन:

बुंसन के ग्रीस के धब्बे युक्त प्रकाशमापी में वृत्ताकार फ्रेम में कसा एक निष्प्रभ कागज़ का टुकड़ा लगा होता है । इसके केंद्र पर ग्रीस का एक धब्बा लगा कर इसे पारभासी बना दिया जाता है। इस प्रकार बने पर्दे को ऊर्ध्वाधर स्टैंड में लगा कर प्रकाशीय बेंच के मध्य बिंदु पर स्थिर कर दिया जाता है। प्रकाशमापी के एक ओर एक मानक बल्ब और दूसरी ओर साधारण विद्युत बल्ब इस प्रकार रखे जाते हैं कि दोनों बल्बों के फिलामेंट एवं ग्रीस के धब्बे के केंद्र को मिलाने वाली रेखा प्रकाश मंच के आधार के समांतर रहे।

चित्र *P 6.1* *ग्रीस का धब्बा लगा प्रकाशमापी*

पद तथा परिभाषाएँ

1. ***प्रकाशमिति:*** भौतिकी की वह शाखा जिसमें दृश्य प्रकाश के परिसर में विभिन्न प्रकाश स्रोतों की दीप्ति तथा सतहों की प्रदीपन तीव्रता का अध्ययन किया जाता है।

2. ***किसी स्रोत की प्रदीपन क्षमता अथवा दीप्ति (L):*** किसी स्रोत से इकाई दूरी पर प्रकाश किरणों के अभिलंबवत रखे किसी समतल के इकाई क्षेत्रफल पर प्रति सेकेंड पड़ने वाली दृश्य प्रकाश के परिसर की ऊर्जा की मात्रा है। इसे L से निर्दिष्ट करते हैं। इसका मात्रक कैंडेला है।

3. ***ज्योति फ्लक्स:*** इसे किसी स्रोत से प्रति सेकेंड सभी दिशाओं में उत्सर्जित होने वाली दृश्य परिसर की कुल ऊर्जा के रूप में इसे परिभाषित किया जाता है। इसका SI मात्रक ल्युमेन है।

4. ***पृष्ठ के किसी बिंदु पर प्रदीपन की तीव्रता (I):*** उस बिंदु के परित: पृष्ठ के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर प्रति सेकेंड पड़ने वाली दृश्य परिसर की ऊर्जा की मात्रा है। इसका SI मात्रक लक्स है।

5. ***किसी पृष्ठ की द्युति (B):*** दी गयी दिशा में किसी पृष्ठ की द्युति को इसके इकाई क्षेत्रफल से आने वाली दीप्ति के रूप में परिभाषित किया जाता है।

संबंध

ज्योति फ्लक्स ϕ , प्रदीप्ति L एवं प्रदीपन की तीव्रता I निम्नलिखित समीकरणों द्वारा परस्पर संबंधित है

(P 6.1) $$\phi = 4\pi L$$

(P 6.2) $$I = \phi / 4\pi r^2$$

(P 6.3) $$I = L / r^2$$

(P 6.4) एवं $$B = IR$$

जहाँ R पृष्ठ का परावर्तन गुणांक $(0 < R < 1)$ है, I स्रोत की प्रदीपन क्षमता है एवं r पृष्ठ की स्रोत से दूरी है।

सिद्धांत

प्रकाशमिति के सिद्धांत के अनुसार यदि दो पृथक प्रकाश स्रोतों द्वारा प्रदीप्त दो पृष्ठों की द्युति समान हो तो इन दो स्रोतों की प्रदीपन क्षमताएँ पृष्ठ से उनकी संगत दूरी के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती हैं बशर्ते उन पृष्ठों का परावर्तन गुणांक समान हो।

अर्थात्

(P 6.5) $$\frac{L_1}{L_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

प्रयोग का आधार

ग्रीस स्पॉट प्रकाशमापी में प्रकाश के दो स्रोत S_1 एवं S_2 पर्दे के दोनों ओर इतनी दूरी पर रखे जाते हैं कि ग्रीस का धब्बा और पर्दे के शेष पृष्ठ की द्युति दोनों ओर से देखने पर समान रहें। उस स्थिति में पर्दे के दोनों पाश्र्वों पर तीव्रता समान होगी।

माना, पर्दे से r_1 एवं r_2 दूरी पर रखे गए L_1 एवं L_2 प्रदीपन क्षमता वाले स्रोतों S_1 एवं S_2 के कारण पर्दे की प्रदीपन तीव्रताएं क्रमशः I_1 एवं I_2 हैं।

तब $$I_1 = I_2 \qquad \text{(P 6.6)}$$

अथवा $$\frac{L_1}{r_1^2} = \frac{L_2}{r_2^2} \qquad \text{(P 6.7)}$$

अथवा $$\frac{L_1}{L_2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \qquad \text{(P 6.8)}$$

यदि स्रोत S_1 को एक मानक स्रोत मान लिया जाए जिसकी प्रदीपन क्षमता ज्ञात हो, तो संबंध (P 6.8) का उपयोग करके विभिन्न शक्ति एवं मार्के के बल्बों की प्रदीपन क्षमता ज्ञात की जा सकती है।

कार्यविधि

1. ग्रीस स्पॉट युक्त पर्दे को एक स्टैंड का उपयोग करके प्रकाशीय बेंच के बीच में ऊर्ध्वाधर लगाइए।
2. ज्ञात शक्ति के विद्युत बल्ब को पर्दे के एक ओर तथा किसी अन्य वाटता के विद्युत बल्ब को उसके दूसरी ओर लगाइए।
3. स्टैंड (या अपराइटों) की ऊँचाई इस प्रकार समंजित कीजिए कि दोनों बल्बों के फिलामेंट तथा ग्रीस स्पॉट का केंद्र एक ही क्षैतिज रेखा में रहें।
4. अब बल्बों की पर्दे से दूरी इस प्रकार समंजित कीजिए कि ग्रीस स्पॉट और पर्दे के शेष पृष्ठ की द्युति समान नजर आए।
5. प्रकाशीय बेंच पर दूरिया r_1 एवं r_2 नापिए।
6. बेंच त्रुटि ज्ञात कीजिए और इसका उपयोग करके r_1 एवं r_2 के सही मान प्राप्त कीजिए।

प्रेक्षण

1. मानक बल्ब की शक्ति एवं मार्का = ...

(a) समान वाटता परंतु विभिन्न मार्को के बल्ब

तालिका P 6.1 : दो स्रोतों की प्रदीपन क्षमताएँ

क्रम संख्या	बल्ब का मार्का	पर्दे से बल्ब की दूरी		$\frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$
		प्रदीपन क्षमता L_1 के लिए r_1 (सेमी)	प्रदीपन क्षमता L_2 के लिए r_2 (सेमी)	
1				
2				
3				
4				

(b) विभिन्न वाटता के एक ही मार्के के बल्ब

तालिका P 6.2 : दो स्रोतों की प्रदीपन क्षमताएँ

क्रम संख्या	बल्ब की वाटता	पर्दे से बल्ब की दूरी		$\frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$
		प्रदीपन क्षमता L_1 के लिए r_1 (सेमी)	प्रदीपन क्षमता L_2 के लिए r_2 (सेमी)	
1				
2				
3				
4				

परिकलन

दोनों तालिकाओं के प्रत्येक प्रेक्षण के लिए $\frac{L_2}{L_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$ के मान ज्ञात कीजिए।

परिणाम

1. बराबर वाटता के विभिन्न मार्के वाले बल्बों की घटते क्रम में दीप्ति इस प्रकार है

   (*i*) ... (*ii*) ... (*iii*) ...

   (iv) ...

2. एक ही मार्के के विभिन्न वाटता वाले बल्बों की दीप्ति घटते क्रम में इस प्रकार है

   (*i*) ... (*ii*) ... (*iii*) ...

   (*iv*) ...

सावधानियाँ

1. लैंपों को प्रकाशीय बेंच पर बराबर ऊँचाई पर रखा जाना चाहिए।
2. प्रत्येक प्रेक्षण के लिए बेंच त्रुटि का संशोधन करना चाहिए।
3. पर्दे के अपारदर्शक भाग का परावर्तन गुणांक एक इकाई होना चाहिए।

त्रुटि के स्रोत

1. प्रकाशीय बेंच के पैमाने का अल्पतमांक मापन की परिशुद्धता को सीमित करता है।
2. यह ज्ञात करता बहुत कठिन है कि ग्रीस स्पॉट कब अदृश्य हो जाता है अर्थात् उतना ही द्युतिमान दिखाई पडता है जितना इसके आस-पास का क्षेत्र।

परिचर्चा

इस विधि से बाज़ार में उपलब्ध एक ही शक्ति परंतु विभिन्न मार्कों के बल्बों की दीप्ति की तीव्रता की तुलना करके यह सर्वेक्षण किया जा सकता है कि बल्ब का कौन-सा मार्का सर्वश्रेष्ठ है।

स्व-मूल्यांकन

1. ज्योति फ्लक्स क्या होता है?
2. प्रकाशमिति के व्युत्क्रम वर्ग नियम का कथन लिखिए।
3. यदि ग्रीस स्पॉट पर्दे के एक ओर इससे 40cm दूरी पर 100 W का एक बल्ब प्रकाशित हो तो इसके दूसरी ओर कितनी दूरी पर 60W ,एक का प्रकाशित बल्ब रखा जाए कि ग्रीस स्पॉट अदृश्य हो जाए।
4. क्या किसी बल्ब के ज्योति फ्लक्स का मान इसकी विद्युत शक्ति के बराबर हो सकता है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

1. उपरोक्त विधि को अज्ञात शक्ति के विभिन्न बल्बों की दीप्तियों की तुलना करने के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है।
2. इस प्रयोग का परदे के एक ओर एक CFL तथा दूसरी ओर एक उदीप्त बल्ब रखकर दोहराइए।

   मानक बल्ब की ओर वाले अपारदर्शी भाग की द्युति होगी

   $$B_1 = R_1 I_1 \qquad \text{(P 6.9)}$$

   जहाँ I_1 मानक बल्ब के कारण पर्दे की प्रदीपन तीव्रता है और R_1 अपारदर्शी भाग का परावर्तन गुणांक है। ग्रीस स्पॉट की द्युति होगी

$$B_2 = R_2 I_1 + T_2 I_2 \quad \text{(P 6.10)}$$

जहां R_2 एवं T_2 क्रमशः ग्रीस स्पॉट के परावर्तन एवं पारगमन गुणांक है तथा I_2 अज्ञात स्रोत के कारण पर्दे की प्रदीपन तीव्रता है।

यदि $I_1 = I_2$ है, तो हमें प्राप्त होता है

$$B_2 = (R_2 + T_2) I_1 = R_1 I_1 \quad \text{(P 6.11)}$$

यहाँ हमने अवशोषण गुणांक को शून्य मान लिया है। समीकरण (P 6.9) एवं (P 6.11) से यह स्पष्ट है कि दोनों ओर की द्युति बराबर होने के लिए R_1 का मान 1 होना चाहिए।

परियोजना 7

उद्देश्य

(i) एक संधारित्र C (ii) एक प्रेरक L एवं (iii) श्रेणीक्रम LCR परिपथ में आवृत्ति अनुक्रिया का अध्ययन करना।

(i) संधारित्र की आवृत्ति अनुक्रिया

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

पेपर या माइका संधारित्र (0.1 – 1.0 μF), डिजिटल मल्टीमीटर (DMM), कार्बन प्रतिरोधक (1000Ω) तथा एक ऑडियो ऑसीलेटर (श्रव्य आवृत्ति दोलित्र)/ सिग्नल जनित्र।

उपकरण का विवरण

किसी संधारित्र से प्रवाहित होने वाली धारा इसकी धारिता और प्रयुक्त ज्यावक्रीय प्रत्यावर्ती वोल्टता की आवृत्ति पर निर्भर करती है। आवृत्ति को अपरिवर्तित रखते हुए धारा *(I)* में वोल्टता *(V)* के साथ परिवर्तन का प्रेक्षण कर उनके बीच एक ग्राफ़ खींचा जाता है। इस *V-I* ग्राफ़ की प्रवणता द्वारा संधारित्रीय प्रतिघात X_c का मान ज्ञात कर लिया जाता है। धारा मापने के लिए 1000Ω कोटि का कार्बन प्रतिरोध R_o परिपथ में लगाया जाता है (चित्र P 7.1) तथा DMM को ac वोल्टता मापन के लिए समंजित करके उसकी सहायता से इसके सिरों के बीच वोल्टता V_R माप ली जाती है। अतः परिपथ में धारा $I = V_R/R_o$ ज्ञात हो जाती है। दोलित्र को विभिन्न आवृत्तियों के लिए व्यवस्थित करके विभिन्न ज्ञात आवृत्तियों के लिए X_c के मान ज्ञात कर लिये जाते हैं। X_c एवं आवृत्ति ν में ग्राफ़ संधारित्र का आवृत्ति अनुक्रिया वक्र कहलाता है। X_c^{-1} एवं आवृत्ति ν में ग्राफ़ भी प्राप्त किया जाता है, जो मूल बिंदु से गुजरता हुआ एक सरल रेखा होता है।

चित्र P 7.1 किसी संधारित्र के प्रतिघात का मापन

टिप्पणी: DMM सदैव ac धारा और वोल्टता के *rms* मान मापता है। अतः यह सलाह दी जाती है कि DMM को कभी भी सीधे ac धारा मापन के समंजन में प्रयुक्त न किया जाए। ये मापन 400 Hz आवृत्ति से कम के लिए ही विश्वसनीय है।

कार्यविधि

1. श्रव्य आवृत्ति दोलित्र कार्बन प्रतिरोधक R_o एवं संधारित्र को चित्र P 7.1 में दर्शाए अनुसार जोड़िए।

2. दोलित्र को 50 Hz आवृत्ति और अधिकतम आयाम के लिए तैयार कीजिए। DMM को ac वोल्टता मापन के लिए सेट करके पहले C और फिर R_o के सिरों के बीच जोड़ कर क्रमशः V_c तथा V_R मापिए। अनुप्रयुक्त वोल्टता का आयाम बदल कर V_C एवं V_R के संगत मानों के युग्म को प्राप्त कीजिए। इन मानों को तालिका P 7.1 में दर्शाए अनुसार नोट कीजिए।

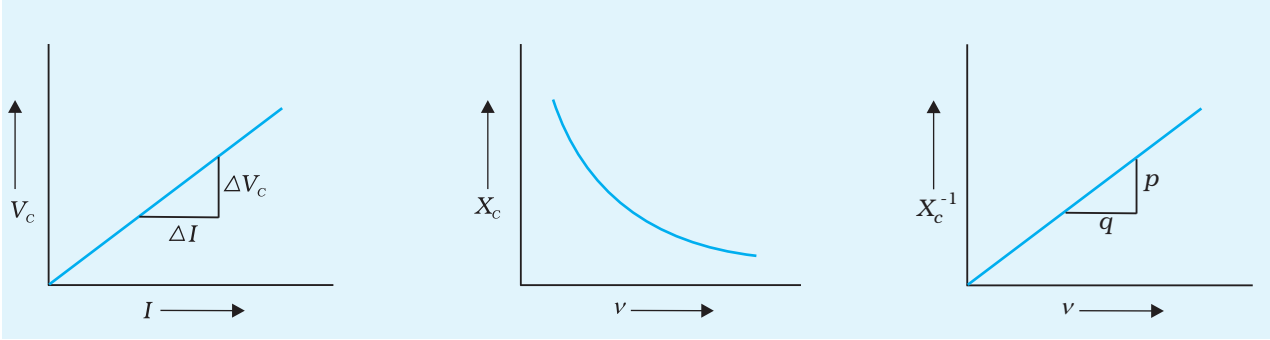
3. चरण 2 को 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz, 250 Hz एवं 300 Hz आवृत्तियों के लिए दोहराइए तथा V_C एवं V_R के संगत मान नोट करके तालिका P 7.1 में दर्ज कीजिए।

प्रेक्षण

तालिका P 7.1: ν के विभिन्न मानों के लिए X_c का मापन

क्रम संख्या	आयाम	आवृत्ति, ν (Hz)		V_C (V)	V_R (V)	$I = V_R/R_O$ (A)	V_C-I ग्राफ़ की प्रवणता X_C (Ω)
1		50	(i)				
			(ii)				
			(iii)				
			(iv)				
2		100	(i)				
			(ii)				
--			(iii)				
			(iv)				
6		300	(i)				
			(ii)				
			(iii)				
			(iv)				

गणनाएँ एवं ग्राफ़

किसी दी गयी आवृत्ति के लिए, I को x-अक्ष के अनुदिश तथा V को y-अक्ष के अनुदिश लेकर ग्राफ़ बनाइए। इस प्रकार प्राप्त सरल रेखीय ग्राफ़ (चित्र P 7.2) की प्रवणता $(\Delta V/\Delta I)$ संधारित्रीय प्रतिघात X_c है। इसकी मान की गणना कर ली जाती है। यही कार्य अन्य आवृत्तियों के लिए भी किया जाता है। तालिका P 7.1 में विभिन्न आवृत्तियों के संगत प्राप्त X_c के मान भी दर्शाए गये हैं। आवृत्ति υ को x-अक्ष के अनुदिश एवं X_c को y-अक्ष के अनुदिश खींचा गया ग्राफ़ (चित्र P 7.3) संधारित्र का आवृत्ति अनुक्रिया वक्र है। अब X_c^{-1} को y-अक्ष तथा υ को x-अक्ष के अनुदिश लेकर खींचा गया ग्राफ़ एक सरल रेखा होगा। इस सरल

चित्र P 7.2 किसी दी गयी आवृत्ति के लिए, संधारित्र के सिरों के बीच वोल्टता का इसमें प्रवाहित होने वाली धारा के साथ परिवर्तन

चित्र P 7.3 आवृत्ति ν के साथ X_C में परिवर्तन

चित्र P 7.4 आवृत्ति के साथ X_C^{-1} में परिवर्तन

रेखीय ग्राफ़ (चित्र P 7.4) की प्रवणता और सूत्र $C = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{p}{q}\right)$ का उपयोग करके संधारित्र की धारिता C का मान ज्ञात किया जा सकता है।

(ii) किसी प्रेरक की आवृत्ति अनुक्रिया

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

0.1 H प्रेरकत्व तथा निम्न प्रतिरोध का एक प्रेरक (L), (100Ω) का कार्बन प्रतिरोधक (R_o), अल्प निर्गम प्रतिबाधा का दोलित्र, डिजिटल मल्टीमीटर (DMM)।

सिद्धांत

किसी प्रेरक में प्रवाहित होने वाली धारा इसके प्रेरकत्व तथा इसके सिरों के बीच लगायी गयी ज्यावक्रीय प्रत्यावर्ती वोल्टता की आवृत्ति के ऊपर निर्भर करती है। आवृत्ति को अपरिवर्तित रखते हुए वोल्टता (V) के साथ (I) में परिवर्तन का प्रेक्षण लिया जाता है तथा V (y-अक्ष के अनुदिश) एवं I (x-अक्ष के अनुदिश) में ग्राफ़ खींचा जाता है जो सरल रेखीय होता है। इस ग्राफ़ की प्रवणता प्रेरकीय प्रतिघात $X_L = 2\pi \nu L$ होता है, जहाँ ν स्रोत की आवृत्ति तथा L प्रेरक का प्रेरकत्व है। यहाँ प्रेरक एक आदर्श प्रेरक है, अर्थात्, इसका प्रतिरोध r शून्य है। यदि $r \neq o$ तो प्रेरक की प्रतिबाधा $Z_L = \sqrt{4\pi^2\nu^2L^2 + r^2}$ है। दोलित्र को अन्य आवृत्तियों पर समंजित कर विभिन्न आवृत्तियों पर X_L का मान ज्ञात किया जा सकता है। ν एवं X_L में खींचा गया ग्राफ़ प्रेरक की आवृत्ति अनुक्रिया निरूपित करता है।

कार्यविधि

1. परिपथ चित्र P 7.1 के अनुसार ही बनाया जाता है। परंतु, संधारित्र C के स्थान पर प्रेरक L लगाते हैं और R_o का प्रतिरोध 100Ω रखते हैं।

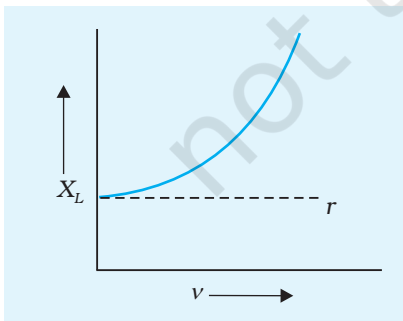
2. यह संयोजन कर लेने के बाद, DMM की सहायता से V_L एवं V_R के मान 50 Hz से 300 Hz तक की विभिन्न आवृत्तियों के लिए ज्ञात कर लिये जाते हैं। सभी आंकड़े तालिका P 7.2 में प्रविष्ट कीजिए। प्रत्येक आवृत्ति के लिए V_R एवं I (= V_R/R_o) में ग्राफ़ बनाइए और इस सरल रेखीय ग्राफ़ की प्रवणता ज्ञात करके प्रत्येक आवृत्ति के संगत प्रेरकीय प्रतिघात X_L का मान ज्ञात कीजिए।

प्रेक्षण

तालिका P 7.2: आवृत्ति ν के विभिन्न मानों के लिए X_L का मापन

क्रम संख्या	आयाम	आवृत्ति, ν (Hz)		V_L (V)	V_R (V)	$I = V_R/R_O$ (A)	V_L-I ग्राफ़ की प्रवणता X_L (Ω)
1		50	(i)				
			(ii)				
			(iii)				
			(iv)				
2		100	(i)				
			(ii)				
--			(iii)				
			(iv)				
6		300	(i)				
			(ii)				
			(iii)				
			(iv)				

गणना एवं ग्राफ़

विभिन्न आवृत्तियों के संगत X_L के मान सरल रेखीय (V-I) ग्राफ़ की प्रवणता ज्ञात करके प्राप्त किये जाते हैं। अब X_L को y-अक्ष के अनुदिश और आवृत्ति ν को x-अक्ष के अनुदिश लेकर खींचा गया ग्राफ़ प्रेरक का आवृत्ति अनुक्रिया वक्र होगा (चित्र P 7.5)।

चित्र P 7.5 ν आवृत्ति के साथ X_L में परिवर्तन

चित्र P 7.5 में $\nu = 0$ पर X_L का मान प्रेरक का प्रतिरोध प्रदान करता है। L का मान ज्ञात करने के लिए हम Z_L^2 और ν^2 में ग्राफ़ बनाते हैं। प्रेरक की प्रतिबाधा है

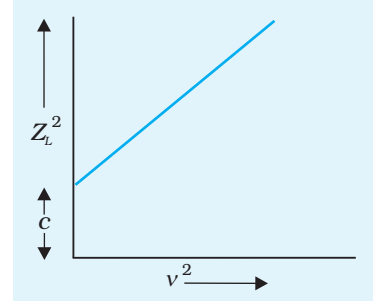
$$Z_L^2 = 4\pi^2 \nu^2 L^2 + r^2$$

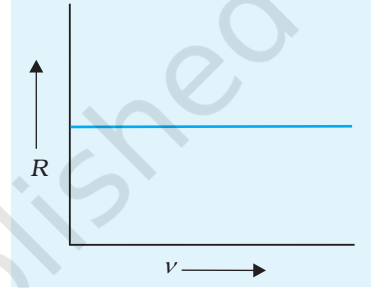
अत: यह ग्राफ़ एक सरल रेखा होगा (चित्र P 7.6)।

यदि ग्राफ़ की प्रवणता m और y अंत: खंड c हो तो यह स्पष्ट है कि

$$L = \frac{1}{2\pi\sqrt{m}} \quad \text{and} \quad r = \sqrt{c}$$

परिचर्चा

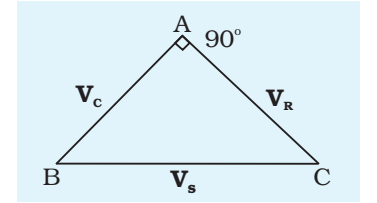
i) यदि आवृत्ति बहुत अधिक हो तो $4\pi^2\nu^2L^2 >> r^2$ तब इस अति उच्च आवृत्ति परिसर में $Z_L \simeq X_L$ तथा X_L एवं ν के बीच ग्रा.फ सरल रेखा होता है। अति उच्च आवृत्ति पर इस ग्राफ़ की प्रवणता $2\pi L$ के बराबर होती है, अतः X_L-ν ग्राफ़ का उपयोग करके प्रेरक के प्रेरकत्व L की गणना करना संभव है। परंतु इस आवृत्ति परिसर में प्रयोग करने के लिए वोल्टता मापन के लिए DMM उपयुक्त नहीं है। इसके लिए कैथोड-किरण-ऑसिलोग्रा.फ (CRO) का उपयोग करना पड़ता है। CRO द्वारा मापे गये V_L एवं V_R के मान वस्तुतः इनके आयाम के माप होते हैं।

चित्र P 7.6 ν^2 के साथ Z_L^2 में परिवर्तन

ii) यदि L प्रेरकत्व के प्रेरक को एक कार्बन प्रतिरोधक (अथवा किसी प्रेरकत्वहीन प्रतिरोधक) से प्रतिस्थापित करके प्रयोग दोहराएँ तो सभी आवृत्तियों के लिए $V/I=R$ रहेगा। इसलिए R और V के बीच का ग्राफ़ V-अक्ष के समांतर एक रेखा होगी (चित्र P 7.7)। प्रतिरोध आवृत्ति पर निर्भर नहीं करता।

चित्र P 7.7 ν के साथ R में परिवर्तन

iii) **फेज़र आरेख**

यदि चित्र P 7.1 के परिपथ में संधारित्र के सिरों के बीच वोल्टता $\mathbf{V_c}$ तथा प्रतिरोधक के सिरों के बीच वोल्टता $\mathbf{V_R}$ के साथ साथ स्रोत वोल्टता $\mathbf{V_S}$ को भी मापा जाये और तालिका P 7.1 में दर्शाया जाये तो यह पाया जा सकता है कि सभी प्रेक्षणों के लिए

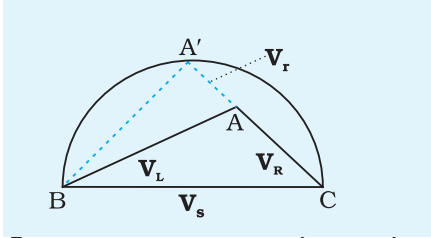
$$\mathbf{V_s}^2 = \mathbf{V_c}^2 + \mathbf{V_R}^2$$

इससे यह प्रकट होता है मानो $\mathbf{V_C}$ एवं $\mathbf{V_R}$ दो सदिश हैं तो वर्तमान प्रकरण में एक दूसरे के लंबवत् हैं। अतः यदि हम एक त्रिभुज ABC बनाएँ जिसकी भुजा AB की लंबाई $\mathbf{V_C}$ के अनुक्रमानुपाती हो और भुजा AC की लंबाई $\mathbf{V_R}$ के अनुक्रमानुपाती तथा भुजा BC की लंबाई $\mathbf{V_S}$ के अनुक्रमानुपाती हो तो $\angle CAB = 90°$ है।

चित्र P 7.8 C-R परिपथ के लिए फेज़र आरेख

यह सभी आवृत्तियों के लिए सत्य है। यह इस कारण है क्योंकि $\mathbf{V_C}$ एवं $\mathbf{V_R}$ भिन्न कलाओं में होते हैं और वास्तव में $\mathbf{V_C}$ की तुलना में $\mathbf{V_R}$ कला में 90° अग्रगामी होता है। इसी कारण इन्हें फेज़र कहा जाता है।

प्रेरक के प्रकरण में भी फेज़र आरेख खींचे जाने संभव हैं। यहाँ एक पूर्ण प्रेरक को (जिसका स्वयं का कोई प्रतिराध न हो) जब एक प्रतिरोधक R एवं (अल्प प्रतिबाधा के) श्रव्य दोलित्र के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ा जाता है तो इसके सिरों के बीच वोल्टता $\mathbf{V_L}$ प्रतिरोधक R के सिरों के बीच वोल्टता $\mathbf{V_R}$ के अग्रगामी होती है। अतः

$$\mathbf{V_S}^2 = \mathbf{V_R}^2 + \mathbf{V_L}^2$$

यथार्थ में, प्रत्येक प्रेरक का सदैव अल्प, परंतु परिमित प्रतिरोध r होता ही है। इसलिए यदि एक त्रिभुज ABC खींचा जाए जिसे वोल्टता त्रिभुज कहते हैं और जिसमें $\mathbf{V_S} \propto$ BC, $\mathbf{V_L}$

चित्र P 7.9 *L-R परिपथ के लिए फेज़र आरेख*

$\propto$ AB एवं $\mathbf{V_R} \propto$ AC हो, तो ∠BAC का मान 90^0 नहीं होगा।

परंतु यदि हम BC को व्यास लेकर एक अर्द्धवृत खींचें और CA को आगे बढ़ाने पर यह वृत्त से A′ पर मिले, तो CA′ परिपथ में कुल प्रतिरोध ($R+r$) पर विभवपात निरूपित करता है। यहाँ $\mathbf{V_r} \propto$ AA′ तथा BA′ पूर्ण प्रेरक के सिरों के बीच विभवपात को निरूपित करता है।

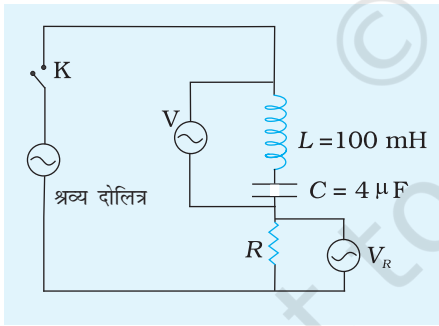
तब, $BC^2 = BA'^2 + CA'^2$

इस कथन की पुष्टि CRO द्वारा की जा सकती है जो विभिन्न वोल्टताओं के बीच कालांतर को माप सकता है।

(iii) श्रेणीक्रम LCR परिपथ की आवृत्ति अनुक्रिया

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

आवृत्ति स्केल युक्त श्रव्य दोलित्र, एक प्रतिरोध बॉक्स, एक डिजिटल वोल्टता मापी, एक 4μF संधारित्र (यदि 4μF का संधारित्र न मिले तो कुछ न्यूनतर मान के संधारित्रों को पार्श्वक्रम में जोड़ कर इसे बनाया जा सकता है।), ~ 100mH का एक प्रेरक, संयोजन तार।

कार्यविधि

1. चित्र P 7.10 में दर्शाए अनुसार परिपथ संयोजन कीजिए। L एवं C के साथ श्रेणीक्रम में ~ 100Ω प्रतिरोध जोड़ा गया है।

चित्र P 7.10 *श्रेणी क्रम LCR परिपथ*

2. स्विच K को खुला रखते हुए, सिग्नल निर्गम को निम्न मान, माना 2V के लिए समंजित कीजिए। इस व्यवस्था को पूरे प्रयोग के दौरान अपरिवर्तित रखिए ताकि आवृत्ति के सभी मानों के लिए निर्गम वोल्टता वहीं बनी रहे। आवृत्ति 400 Hz से कम रखिए अन्यथा डिजिटल मीटर का पाठ्यांक विश्वसनीय नहीं रह जाएगा।

3. सिग्नल जनित्र को किसी निम्न आवृत्ति, माना 100 Hz पर रखिए तथा इसका मान रिकॉर्ड कीजिए।

4. ज्ञात प्रतिरोध R के सिरों के बीच वोल्टता V_R मापिए। अत: परिपथ में $I = \dfrac{V_R}{R}$ धारा प्रवाहित होगी।

5. अगले चरण में LC संयोजन के सिरों के बीच वोल्टता V मापिए। (सभी वोल्टताएँ इनके *rms* मान हैं)।

तब LC संयोजन की प्रतिबाधा है $Z = V/I$

6. $I' = \dfrac{IV_o}{V}$ का परिकलन कीजिए जहाँ V_o वोल्टता का कोई स्थिर मान है। चरण 4 एवं 5 को विभिन्न आवृत्तियों के लिए दोहराइए।

प्रेक्षण एवं परिकलन

जनित्र की निर्गत वोल्टता, V_o = ...

तालिका P7.3: विभिन्न आवृत्तियों के लिए LCR परिपथ की प्रतिबाधा का मापन

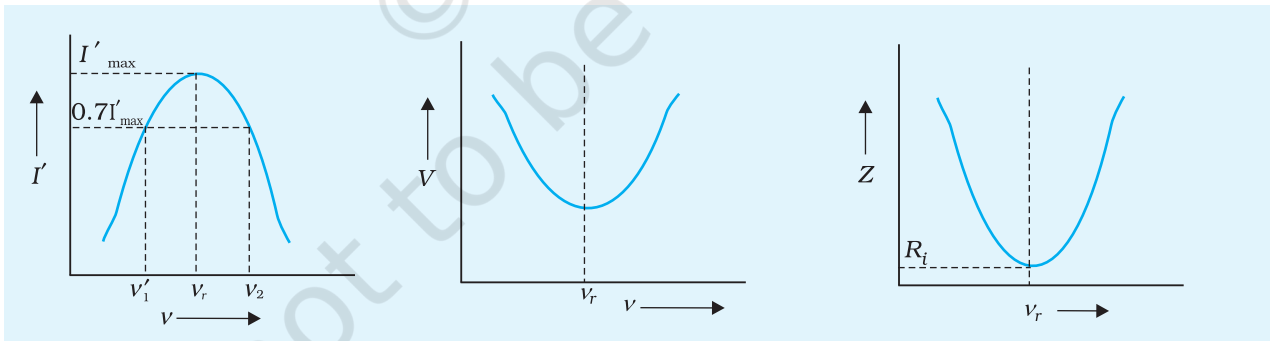
क्रम संख्या	ν (Hz)	I (mA)	V (volt)	$I' = \frac{IV_0}{V}$ (A)	$Z = \frac{V}{I}$ (Ω)
1					
2					
--					
6					

प्रेरकत्व, L = ...

धारिता, C = ...

अनुनादी आवृत्ति, $\nu_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ = ... Hz

ग्राफ़

आवृत्ति के साथ (i) धारा I' (ii) वोल्टता V तथा (iii) प्रतिबाधा Z में होने वाले परिवर्तन के प्रेक्षण के लिए ग्राफ़ बनाइए। तीनों ग्राफ़ों से अनुनादी आवृत्ति के माप पढ़िए और प्राप्त मानों की तुलना कीजिए।

चित्र P 7.11 *(a) धारा I' एवं आवृत्ति (b) LC संयोजन के सिरों के बीच वोल्टता V एवं आवृत्ति तथा (c)LC संयोजन की प्रतिबाधा Z एवं आवृत्ति* ν

परिणाम

1. I' एवं ν ग्राफ़ से अनुनादी आवृत्ति का मान = ... Hz.
2. V' एवं ν ग्राफ़ से अनुनादी आवृत्ति का मान = ... Hz.

3. प्रतिबाधा Z एवं ν ग्राफ़ से अनुनादी आवृत्ति का मान = ... Hz

4. Z का न्यूनतम मान अर्थात Z एवं ν ग्राफ़ से आंतरिक प्रतिरोध R_I = ... Ω (~ 100 Ω के लगभग होना चाहिए)

परिचर्चा

1. क्या आपने कभी यह विचार किया है कि हम यह प्रयोग निम्न वोल्टता पर क्यों करते हैं? जैसे-जैसे आप अनुनादी आवृत्ति ν_r के निकट पहुँचते हैं V_L एवं V_C दोनों के मान अत्यधिक बढ़ जाते हैं जिससे वैद्युत अवयवों का विद्युतरोधन क्षतिग्रस्त हो सकता है। यही कारण है कि जनित्र की वोल्टता कम रखी जाती है। यह सुनिश्चित कीजिए कि संधारित्र एवं प्रेरक के अनुमतांक कम से कम 300 V हो।

2. *X_L एवं X_c में कला संबंध* अनुनादी आवृत्ति से बहुत कम या अधिक आवृत्तियों पर पृथकत: वोल्टताएँ V_L एवं V_C दोलित्र की निर्गम वोल्टता से अधिक हो सकती है तथा V पर्याप्त सीमा तक उनके अंतर के बराबर होती है। इस तथ्य की जाँच एक या दो आवृत्तियों के लिए V_L एवं V_C के मान व्यावहारिक रूप से माप कर कीजिए।

   स्पष्टत: यह दर्शाता है कि प्रेरकीय एवं संधारित्रीय प्रतिघातों के अभिलक्षण विपरीत होते हैं, अर्थात् प्रेरक के सिरों के बीच वोल्टता तथा संधारित्र के सिरों के बीच वोल्टता एक दूसरे की विपरीत कला में होते हैं। परिपथ में ac धारा वोल्टता V_L से 90° पश्चगामी तथा V_C ac धारा से और 90° पश्चगामी होता है। अत: V_L एवं V_C एक-दूसरे से 180° के कलांतर पर होती है।

3. *अनुनादी परिपथ का आंतरिक प्रतिरोध*– परिपथ में अनुनाद तब प्रेक्षित किया जाता है जब X_L एवं X_C एक दूसरे के बराबर होते हैं। आदर्श प्रेरक एवं संधारित्र के प्रकरण में उनका संयुक्त प्रतिघात अनुनाद पर शून्य होगा। इससे परिपथ से अनुनाद पर अनंत धारा प्रवाहित होगी। इसके अतिरिक्त, यह सिग्नल जनित्र की निर्गम प्रतिबाधा द्वारा सीमित होती है। प्रेरकीय कुंडली का आंतरिक प्रतिरोध R_i इसके लपेटों के परिमित प्रतिरोध तथा इसके लोह क्रोड में हिस्टेरिसिस हानि के कारण होता है। संधारित्र के प्रकरण में, ऊर्जा हानि परावैद्युत में होती है। अनुनाद पर Z का न्यूनतम मान इस आंतरिक प्रतिरोध R_i को निरूपित करता है। इसे इस प्रकार परिकलित किया जा सकता है,

   $$R_i = \frac{V_{min}}{I_{max}} \text{ ।}$$

4. **गुणवत्ता गुणांक**

   अनुनाद पर L के सिरों के बीच वोल्टतापात का परिमाण

   $$V_L = X_L I_{max} = 2\pi \nu_r L \frac{V_{min}}{R_i} = Q_0 V_{min}$$

यहाँ $Q_0 = \frac{2\pi\nu_r L}{R_i} = \frac{1}{2\pi\nu_c R_i}$ अनुनाद पर गुणवत्ता गुणांक है।

यह L के (अथवा C के) प्रतिघात एवं R_i ×के मान का अनुपात है, जबकि दोनों के मान अनुनाद आवृति ν_r पर लिये गये हैं। चूँकि Q_0 1 से बड़ी एक संख्या है, C अथवा L के सिरों के बीच वोल्टता माप L एवं C को एक साथ संयोजित करने पर उनके सिरों के बीच वोल्टतापात V_{min} से बड़ी होगी।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

1. अज्ञात धारिता का एक संधारित्र लीजिए। इसके साथ श्रेणीक्रम में L प्रेरकत्व का एक प्रेरक जोड़िए और श्रेणी क्रम अनुनादी परिपथ के लिए इस संयोजन की आवृत्ति ज्ञात कीजिए। समीकरण $\nu_r = 1/2\pi\left(\sqrt{LC}\right)$ का उपयोग करके अज्ञात धारिता का मान प्राप्त कीजिए।

2. एक प्रेरक लीजिए जिसका प्रेरकत्व ज्ञात न हो। उपरोक्त विधि का उपयोग करके इसका प्रेरकत्व ज्ञात कीजिए।

3. श्रेणी क्रम LCR परिपथ में प्रतिरोध के तीन भिन्न मान बदलिए। I के आवृत्ति के फलन के रूप में लिये गये प्रेक्षणों के तीनों समुच्चय में से प्रत्येक में I के मानों को I' में परिवर्तित कीजिए, जहाँ $V=V_o$ रखने पर प्रवाहित होने वाली धारा है। तत्पश्चात् I' के मानों को उस समुच्चय में अनुनाद पर इसके प्रतिशत मान में परिवर्तित कीजिए। $\frac{I}{I'}$ (प्रतिशत में) एवं आवृति में ग्राफ़ खींचिए जैसा चित्र P 7.12 में दर्शाया गया है। Q_o, Q_1 एवं Q_2 के मानों की तुलना कीजिए। क्या आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि R के मान कम होने से अनुनाद स्पष्ट होता है। अपने परिणाम की विवेचना कीजिए।

चित्र P 7.12 *(I/I') और आवृत्ति में ग्राफ़*

4. *अर्द्धबिंदु:* I- ν ग्राफ़ पर दो आवृत्तियाँ ν_1, ν_2 ज्ञात कीजिए [चित्र P 7.11(a)] जिनके लिए धारा अनुनादी धारा का 70% है। यह आवृत्तियाँ अर्द्धबिंदु कहलाती हैं क्योंकि इन आवृत्तियों पर परिपथ में उपभुक्त शक्ति अनुनाद पर उपभुक्त शक्ति की आधी होती है, बशर्ते कि अनुनाद परिपथ में स्थिर ac विभवांतर प्रयुक्त की जाती है। अंतर $\nu_2 - \nu_1$ ज्ञात कीजिए।